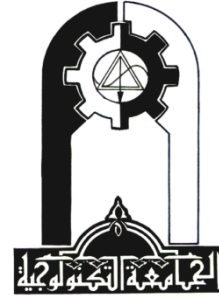


Republic of Iraq
Ministry of Higher Education and Scientific Research
University of Technology
Building and Construction Engineering Department



EXPERIMENTAL AND NUMERICAL INVESTIGATIONS OF FOUNDATION VIBRATIONS

A Thesis

Submitted to the Building and Construction Engineering Department
of the University of Technology in Partial Fulfillment of the
Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy
in Civil Engineering (Geotechnical Engineering)

By

SAAD FAIK ABBAS AL-WAKEL

M.Sc. (Civil Engineering) 2005

Supervised By

Assist. Prof. Dr. Mohammed Y. Fattah

Prof. Dr. Hussein H. Karim

JUNE 2010

RAJAB 1431

02-D-10

ABSTRACT

This thesis deals with the dynamic analysis of foundations on fully saturated soil experimentally and numerically by the finite element method. The numerical analysis involves the displacement-pore fluid pressure formulation of the dynamic consolidation theory to represent the saturated soil under the effect of dynamic loadings of harmonic vertical mode of vibration.

In this thesis, a new model is developed to represent the elasto-plastic behavior of the saturated soil under the dynamic loadings based on the Drucker-Prager plasticity model. The dilation slope of the plastic potential surface is derived as a function of the angle of internal friction of the soil and it is considered as a constant parameter of the plasticity model, and this assumption is proposed in order to make the material hardening dependent on the angle of friction. The developed model indicates that the dynamic response of the solid displacement and pore pressure from the elasto-plastic behavior is larger than that assuming elastic behavior of the soil for the same values of the dynamic loadings.

Several methods are available to determine the dynamic response of machine foundations; all of these methods consider the soil under the foundation is dry. In this work, a small scale footing model is performed to simulate a physical model of machine foundation on saturated soil. In addition, a numerical model is performed by using the finite element method for the applicability of the theory on the physical model. The small scale footing model is performed to investigate the amplitude of displacement of rectangular footing on saturated sand under the effect of the harmonic vertical mode of vibration. The numerical modeling in prototype scale using a three-dimensional formulation is adopted to simulate the physical model. The results from the numerical model showed that a good agreement is achieved between the predicted dynamic response and the measured response of the physical model.

In this study, a method to model the semi-infinite extension (unbounded domain) of the saturated soil is developed. In this method, the unbounded domain is replaced by an absorbing layer of finite thickness with properties that appreciably reduce the wave reflection into bounded domain. In this layer, the soil is represented by the same properties as in the soil close to the foundation (bounded domain) and a model of frequency-dependent damping is implemented. It found that a decay in wave can be noticed when the unbounded domain of the saturated soil is represented by the energy absorbing layer. In addition, the maximum displacement of the foundation will be decreased due to using the energy absorbing layer to simulate the unbounded domain in comparison with the elementary boundaries. The excess pore water pressure that developed during the dynamic loading will be dissipated with time due to using the energy absorbing layer.



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة التكنولوجية
قسم هندسة البناء والانشاءات

التحريات العملية والعددية لاهتزازات الاسس

اطروحة مقدمة الى قسم هندسة البناء والانشاءات – الجامعة التكنولوجية
كجزء من متطلبات نيل درجة دكتوراه فلسفة في علوم
الهندسة المدنية – هندسة الجيوتكنيك

من قبل

سعد فايق عباس الوكيل

ماجستير هندسة مدنية 2005

باشراف

الاستاذ الدكتور حسين حميد كريم

الاستاذ المساعد الدكتور محمد يوسف فتاح

حزيران 2010

رجب 2010

الخلاصة

تبحث هذه الأطروحة في التحليل الحركي للاسس المستندة على تربة مُشْبَعَة بالكامل بطريقة عملية وعدديا باستخدام طريقة العناصر المحددة. يتضمّن التحليل العددي صيغة الإزاحة-ضغط سائل المسام لنظرية الانضمام الديناميكي لتمثيل التربة المشبعة تحت تأثير الاحمال الديناميكية ذات النمط العمودي المتناسق الإهتزاز.

طور في هذا البحث نموذج جديد لتمثيل التصرف المرن-اللدن للتربة المشبعة تحت تأثير الاحمال الديناميكية والذي يستند على نموذج لدونة Drucker-Prager. أُشْتُقُّ منحدرتوسّع سطح الجهد البلاستيكي كدالة لزواوية الإحتكاك الداخلي للتربة وقد اعتبر كثابت لنموذج المرونة-اللدونة، وهذه الفرضية مُقْتَرَحَةٌ ليكونَ التصلّب المادي للتربة معتمد على زاوية الإحتكاك. بين النموذج المطور ان الاستجابة الديناميكية للتربة في حالة تصرفها المرن-اللدن اعلى مما هو عليه في حالة فرض التصرف المرن للتربة ولنفس قيمة الاحمال الديناميكية.

هنالك عدّة طرق متوفرة لحساب الاستجابة الديناميكية لاسس المكائن، كلّ هذه الطرق تُعتبرُ التربة تحت الاساس جافة. في هذا البحث تم تصميم نموذج مصغر لتقليد نموذج طبيعي لاسس المكائن على تربة مُشْبَعَة. بالإضافة الى ذلك تم اجراء التحليل العددي باستخدام طريقة العناصر المحددة لمعرفة مدى تطبيق النظرية على النموذج الطبيعي. إنّ النموذج المصغر هو للتحرّي عن إزاحة الاسس المستطيلة المستندة على تربة مُشْبَعَة تحت تأثير النمط العمودي المتناسق للإهتزاز. إنّ ال نمذجة العدديّة بإستعمال نموذج مقيس ذي صياغة ثلاثية الأبعاد تم تبنيه في تمثيل النموذج الطبيعي. إنّ النتائج من النموذج العددي بينت بأنّ هنالك توافق جيد تم الحصول عليه بين الاستجابة الديناميكية المُتَوَقَّعة والاستجابة المقاسة من النموذج الطبيعي.

تم استحداث طريقة لتمثيل الإمتداد نصف اللانهائي (المجال غير المحدود) للتربة المشبعة. في هذه الطريقة أستخدم المجال غير المحدود للتربة بطبقة ذات سمك محدود و ماصة للطاقة وتعمل هذه الطبقة على تخفيض انعكاس الموجة إلى المجال المحدود. في الطبقة، التربة ممثلة بنفس ال خواص كما في التربة القريبة من الاساس (المجال المحدود) و نموذج الاخمد المعتمد على التردد تم تطبيقه. وجد ان اضمحلال في الموجة يمكن ان يلاحظ عند تمثيل المجال الغير محدود للتربة المشبعة بالطبقة الماصة للطاقة. بالإضافة الى ذلك، الإزاحة القصوى للاساس سوف تتناقص عند استخدام الطبقة الماصة لتمثيل المجال غير المحدود مقارنة بالحدود الأولية. ضغط ماء المسام الفائض الذي تطور أثناء التحميل الدينامي سيتبدد مع الوقت بسبب استعمال الطبقة الماصة للطاقة.